

**УДК 535.2:616-71**

**О. І. Купрій**

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## **КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ БІОМЕДИЧНИХ ФОТОМЕТРІВ ДЛЯ НЕІНВАЗИВНОГО КОНТРОЛЮ ГЛЮКОЗИ**

**O.I. Kuprii**

### **CONSTRUCTIVE FEATURES OF BIOMEDICAL PHOTOMETERS FOR NON-INVASIVE GLUCOSE CONTROL**

Проблема цукрового діабету дуже гостро стоїть в сучасному суспільстві, а значить є необхідність у створенні приладів для контролю глюкози. Більшість сучасних приладів використовують інвазивний принцип діагностики, але для зручності можливе створення пристроїв, в основу роботи яких покладено неінвазивний метод визначення концентрації. Неінвазивний підхід до проведення дослідження дає змогу відмовитися від найбільшого дискомфорту при проведенні інвазивного дослідження, а саме механічного пошкодження шкіри.

На сьогоднішній день існують такі типи глюкометрів:

- фотометричні; рівень глюкози в крові людини визначається в залежності від забарвлення тест-зони. Забарвлення виникає як реакція глюкози і спеціальної речовини, яка нанесена на тест-смужку. Технологія цих приладів, розроблених досить давно, вже застаріла.
- електромеханічні; показник рівня цукру вимірюється величиною струму. Вона з'являється при взаємодії глюкози і спеціальних речовин в тест-смужках. Це нові покоління приладів, покази глюкометру цього типу будуть точніше, ніж попереднього. Ці прилади схильні до мінімального впливу зовнішніх факторів. Зазвичай в таких приладах йде калібрування по плазмі [1].

Найбільш використовуваними оптичними методами в неінвазивній діагностиці наявності цукру в крові є Раман-спектроскопія (комбінаційне розсіяння світла) і спектроскопія ближньої інфрачервоної області. Також існує спектроскопія середньої і дальньої інфрачервоної області, терагерцова спектроскопія, а також оптоакустичні методи контролю рівня цукру з крові [2].

В основі Раман-спектроскопії лежить непружне розсіяння оптичного випромінювання на молекулах речовини. Даний метод передбачає конструктивне використання таких елементів: смуговий фільтр, який пропускає необхідну смугу хвиль для дослідження, а також смугово-загороджуючий фільтр, який виділяє зі смуги хвиль необхідну довжину, на якій можливо вловити наявність глюкози в крові [3].

Використання саме цього оптичного методу при розробці приладу для неінвазивної діагностики наявності глюкози в крові дає змогу з більшою точністю отримувати результат, який не буде поступатися результатам, які дають інвазивні методи для даного типу дослідження.

Раман-спектроскопія використовується для неінвазивного моніторингу глюкози в крові і є найбільш перспективним методом завдяки високій хімічній стабільності, глибиною проникнення, а також кількості розроблених методів кількісного аналізу даних. Раманівські спектри містять інформацію про зміну енергетичних рівнів молекули під впливом лазерного випромінювання. Різниця в довжині хвилі залежить від питомої

енергії хімічних зв'язків. Це дає набір характеристичних піків у спектрі, який є «відображенням» цієї специфічної хімічної речовини [4].

На основі розглянутих вище методів, зокрема спектроскопії комбінаційного розсіяння, запропоновано технічне рішення пристрою для визначення концентрації глюкози в крові з використанням принципів фотометрії еліпсоїдальним рефлексорами [5,6]. Функціональна схема неінвазивного глюкометру показана на рис.1.

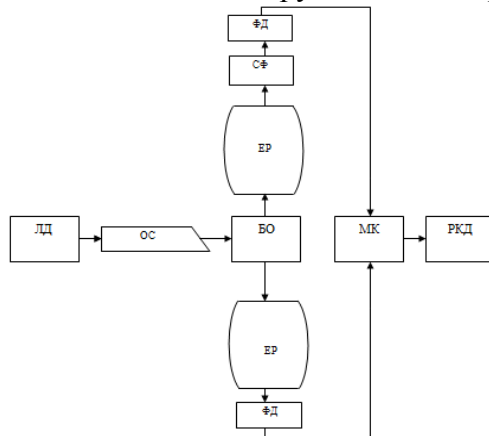


Рис. 1. Функціональна схема неінвазивного глюкометру з еліпсоїдальними рефлексорами: ЛД – лазерний діод; ОС – оптична система; БО – біологічний об'єкт; ЕР – еліпсоїдальний рефлексор; СФ – смуговий оптичний фільтр; ФД – фотодетектор; МК – мікроконтролер; РКД – рідко-кристалічний дисплей

Розробка приладу з використанням запропонованого оптичного методу і даним типом конструкції дає змогу проводити неінвазивну діагностику наявності глюкози в крові з високою точністю.

### Література

1. Мезенцева М. А. Неинвазивные методы измерения сахара в крови / М. А. Мезенцева, Т. А. Букрина // Информационно-измерительная техника и технологии : материалы VI научно-практической конференции, Томск, 27-30 мая 2015 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. — [С. 77-82].
2. Kuprii, A. I. To the non-invasive optical control of glucose level / A. I. Kuprii // Новые направления развития приборостроения : материалы 10-й международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов, Минск, 26–28 апреля 2017 г. : в 2 т. / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: О. К. Гусев [и др.]. – Минск, 2017. – Т. 1. - С. 165.
3. Akshara Subramanian. Non Invasive Glucose Measurement Using Raman Spectroscopy / Akshara Subramanian, Shreya Adap, Shruti Chawale, Sonali Singh, Prathibha Sudhakaran // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). - Volume: 04 Issue: 03. - Mar -2017
4. Wróbel M.S. Non-invasive blood glucose monitoring with Raman spectroscopy: prospects for device miniaturization / M. S. Wróbel // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.- 2016.- Vol. 104
5. Bezuglyi, M.A., Botvinovskii, D.V., Zubarev V.V., Kotsur Y.A., "Method of photometric mirror ellipsoid of revolution for research of roughness of surface," Methods and devices of control of quality, 27, 77-83 (2011).
6. Безуглый М.А. Обработка изображений при эллипсоидальной фотометрии / Безуглый М.А., Безуглая Н.В., Самиляк А.Б. // Приборы и методы измерений. 2016; 7 (1): 67-76.